PHYSIQUE NUCLÉAIRE.- *Grandes gerbes cosmiques atmosphériques contenant des corpuscules ultra-pénétrantes.* Note de MM. **PIERRE AUGER, ROLAND MAZE** et Mme **THÉRÈSE GRIVET-MEYER**, présentée par M.Jean Perrin.

1. De nombreux travaux récents ont montré l'existence dans le rayonnement cosmique de deux espèces de corpuscules; d'une part des électrons des deux signes fortement absorbés par la matière et qui sont pratiquement totalement arrêtés par un écran de 5 à 10 cm de plomb, d'autre part des corpuscules nouveaux dont la masse est probablement comprise entre l00 et 200 fois celle de l'électron et dont le pouvoir pénétrant est très supérieur. La question des relations entre ces deux groupes se pose alors de la façon suivante: les deux types de corpuscules atteignent-ils indépendamment la haute atmosphère, ou bien l'un est-il produit secondairement par l'autre au cours de la traversée de la matière. Nous savons par ailleurs que l'un des critères les plus sûrs pour caractériser des rayons secondaires est leur cohérence, c'est-à-dire l'apparition simultanée de plusieurs d'entre eux dans un espace restreint. C'est ainsi qu'une partie considérable du groupe des corpuscules électroniques, au niveau de la mer, est constituée par les branches de gerbes créées dans l'atmosphère par les rayons de grande énergie qui la traversent. Nous avons cherché, par la méthode des compteurs en coïncidence, si les corpuscules pénétrants présentaient une cohérence permettant de prouver leur production secondaire.

2. L'emploi d'un appareil sélecteur de coïncidences à grand pouvoir séparateur nous a permis de réduire fortement le nombre de coïncidences fortuites données par des groupes de 2, 3 ou 4 compteurs de 150 cm^2 de surface utile. Ainsi 2 compteurs présentant à l'air libre 200 impulsions par minute ne donnent que 0,5 coïncidence fortuite par heure. Les groupes de 3 ou 4 compteurs donnent un nombre néligeable de coïncidences fortuites[1]. Dans ces conditions nous avons exploré une assez grande surface de sol, sur une terrasse couverte seulement d'un toit très léger (équivalent à 1 cm d'eau), en écartant progressivement les compteurs les uns des autres pour déceler les gerbes almosphériques de plus en plus dispersées. Nous avons ainsi pu mettre en évidence des coïncidences entre compteurs éloignés de 5 m en distance horizontale, montrant que certaines gerbes peuvent couvrir des surfaces supérieures à 25 m^2 (voir tableau, 1$^{\text{ère}}$ partie).

3. Désirant rechercher la présence de corpuscules pénétrants dans ces gerbes, nous avons protége un ou plusieurs des compteurs mis en coïncidence par des écrans formés de blocs de plomb non radioactif. La diminution du nombre des coïncidences est alors due pour une part à la décroissance du nombre des fortuites resultant de la décroissance du nombre de chocs dans chaque compteur (effet qui est faible pour

[1] Nous avons pu vérifier ce fait en opérant dans un laboratoire souterrain.

2 compteurs, et négligeable pour 3 et 4), et pour une autre part à l'absorption par le plomb des branches de gerbes qui agissent sur les compteurs. On peut donc en tirer une évaluation du pouvoir pénétrant des corpuscules constituant ces gerbes, et les observations (voir tableau, 3$^{\text{ème}}$ partie) montrent qu'une proportion notable de ces corpuscules sont capables de traverser 5 et même 10 cm de plomb, n'étant complétement arrêtés que par 15 cm. Comme il est improbable qu'ils représentent tous des électrons de plus de 10^{11} eV, seuls capables d'avoir encore une action au-delà de tels écrans, on peut les rattacher au groupe ultrapénétrant, c'est-à-dire leur attribuer une masse supérieure à celle des électrons. Remarquons cependant que leur pénétration paraît limitée à 15 cm de plomb, alors que l'on peut observer des corpuscules traversant plusieurs mètres de ce métal.

4. La densité moyenne des impacts des branches de chaque gerbe à la surface du sol peut se déduire de la comparaison des nombres obtenus avec 2, 3 et 4 compteurs répartis à la même distance moyenne les uns des autres. L'adjonction d'un compteur doit multiplier le nombre de coïncidences par la probabilité du passage d'un corpuscule par sa surface lors de l'arrivée de chaque gerbe. Les nombres trouvés, indiqués dans ce tableau (2$^{\text{ème}}$ partie), indiquent une probabilité superficielle de 0,003 par centimètre-carré. Sur la surface de 2×10^5 explorée, cela fait un total de l'ordre de 10^3 branches dans ces gerbes, dont une proportion notable est pénétrante. L'énergie totale correspondante peut être évaluée si l'on admet par exemple que les corpuscules pénétrants perdent 3×10^7 eV par centimètre de parcours dans le plomb: on atteint ainsi une valeur de 10^{11} eV, qui est celle des grands chocs de Hoffmann. Nous pensons que les points d'origine de ces gerbes peuvent être assez éloignés dans l'atmosphère.

5. Les grandes gerbes ainsi caractérisées doivent etre rapprochées des gerbes de petit angle décrits par Schmeiser et Bothe[2] et auxquelles ces auteurs attribuent le second maximum de la courbe de Rossi. Leur existence montre que certaines particules présentant des pouvoirs pénétrants déja élevés sont formées au niveau de la mer dans des effets secondaires multiples, c'est-à-dire des gerbes. Il y a là un argument en faveur de l'hypothèse de l'origine secondaire de tout le groupe pénétrant.

	1$^{\text{ère}}$ partie			2$^{\text{ème}}$ partie		3$^{\text{ème}}$ partie			
Nombre de compteurs	3	3	3	2	3	2	2	2	2
Distance extrême en mètres	0,20	2	5	1,3	1,3	2	2	2	2
Ecran de plomb (cm)	-	-	-	-	-	0	5	10	15
Coïncidences par heure (fortuites déduites)	6,7	2,1	0,7	3,4	1,5	4	0,7	0,5	<0,2

[2] Annalen der Physik, **32**, 1938, p. 161.